



بحوث المؤتمر العلمي السابع لكلية الآداب

التغيرات المناخية في ليبيا
(الاتجاهات والتداعيات)

تنظيم وإشراف

قسم الجغرافيا بكلية الآداب/جامعة سرت

سرت 29 ديسمبر 2022م

تحرير

أ.د.حسين مسعود ابومدينة   أ.د.أنور فتح اللّه اسماعيل

منشورات مركز البحوث والاستشارات - جامعة سرت

الطبعة الأولي 2022م





بحوث المؤتمر العلمي السابع لكلية الآداب

التغيرات المناخية في ليبيا

(الاتجاهات والتداعيات)

سرت 29 ديسمبر 2022م

تنظيم وإشراف:

قسم الجغرافيا بكلية الآداب/ جامعة سرت

تحرير

أ. د. حسين مسعود أبومدينة   أ. د. أنور فتح الله اسماعيل

المراجعة اللغوية

د. فوزية أحمد عبدالحفيظ الواسع

منشورات مركز البحوث والاستشارات بجامعة سرت

الطبعة الأولى 2022م





بحوث المؤتمر العلمي السابع لكلية الآداب

التغيرات المناخية في ليبيا (الاتجاهات والتداعيات)

الوكالة الليبية للترقيم الدولي الموحد للكتاب

دار الكتب الوطنية

بنغازي – ليبيا

هاتف: 9097074 - 9096379 - 9090509

بريد مصور: 9097073

البريد الالكتروني: nat_lib_libya@hotmail.com

رقم الإيداع القانوني 812 / 2022م

رقم الإيداع الدولي: ردمك 1-34-891-9959-978 ISBN

جميع البحوث والآراء المنشورة في هذا المؤتمر لا تعبر إلا عن وجهة نظر أصحابها،
ولا تعكس بالضرورة رأي مركز البحوث والاستشارات بجامعة سرت.

الطبعة الأولى 2022م





بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

وَهُوَ ٱلَّذِى يُرْسِلُ ٱلرِّيَٰحَ بُشْرًۢا بَيْنَ يَدَىْ رَحْمَتِهِۦ ۖ حَتَّىٰٓ إِذَآ
أَقَلَّتْ سَحَابًا ثِقَالًا سُقْنَٰهُ لِبَلَدٍ مَّيِّتٍ فَأَنزَلْنَا بِهِ ٱلْمَآءَ
فَأَخْرَجْنَا بِهِۦ مِن كُلِّ ٱلثَّمَرَٰتِ ۚ كَذَٰلِكَ نُخْرِجُ ٱلْمَوْتَىٰ
لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ ﴿57﴾

سورة الأعراف : آية (**57**).

صَدَقَ ٱللَّهُ ٱلْعَظِيمُ




د. سليمان مفتاح الشاطر

رئيس جامعة سرت
المشرف العام للمؤتمر

أ. د. الطيب محمد القبي

وكيل الشؤون العلمية بجامعة سرت
رئيس اللجنة التحضيرية للمؤتمر

أعضاء اللجنة التحضيرية

أ. د. عبدالعزيز علي صداقة	أ. د. وائل محمد جبـريل
د. اسماعيل فرج عبدالناصر	د. جبريل صالح الديبالي
أ. جمـعة محـــمد الغـــناي	أ. خــولـــة علي امحمد
عبدالحليم مفتاح الشـاطر	يوسف محمد الكرامي

علي محمد الأسمر

أ. د. أنور فتح الله إسماعيل

رئيس اللجنة العلمية للمؤتمر

أعضاء اللجنة العلمية

أ. د. حسين مسعود أبومدينة	أ. د. محمد عبـدالله لامه
أ. د. مولــــود علي بريبش	أ. د. خالد محمد بن عمور
أ. د. الصيد صالح الجيلاني	أ. د. إبراهيم الهادي دخيل
د. محمـــود محمد سليمان	د. غـــادة محمد هـويدي

المحتويات

المحتويات

كلمة رئيس الجامعة

بسم الله الرحمن الرحيم

في إطار دعم وتشجيع المناشط العلمية كالمؤتمرات والندوات العلمية وورش العمل، والتي ترى الجامعة أنها إحدى مهامها الرئيسة التي تسعى إلى إرسائها والحفاظ على استمراريتها؛ عليه دأبت الجامعة منذ تأسيسها على الاهتمام بهذه المناشط العلمية التعليمية إيماناً منها بأهميتها، ومن أهم هذه المناشط المؤتمرات العلمية، التي أولتها الجامعة اهتماماً خاصاً إدراكاً منها بمدى فاعليتها في تحقيق التقدم والتطور الحضاري واستمراريته، حيث أصبحت منهجية البحث العلمي وأساليب القيام به من الأمور المسلَّم بها في المؤسسات الأكاديمية ومراكز البحوث، وعلاوة على ما يحققه البحث العلمي من منافع للمجتمع الإنساني فإنه يفتح آفاقاً معرفيةً جديدةً أمام الباحث؛ ممّا يُسهم في تحسين مهاراته الفكرية والثقافية والاجتماعية؛ ولذلك عقدت الجامعة عددًا من المؤتمرات العلمية التخصصية برعاية الجامعة وتنظيم إحدى الكليات، وكان لكلية الآداب نصيب الأسد، إذ نضمت فيما مضى ستة مؤتمرات علمية، واليوم تعقد مؤتمرها السابع بعنوان (**التغيرات المناخية في ليبيا "الاتجاهات والتداعيات"**)، والذي ينظمه ويشرف عليه قسم الجغرافيا بالكلية.

إنَّ موضوع التغيرات المناخية من الموضوعات المهمة التي أصبحت محور اهتمام المنظمات الدولية وعلى رأسها الأمم المتحدة، والهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) بشكل خاص؛ وذلك لأهميتها في صناعة القرار الدولي بعد أن كانت حبيسة الأروقة العلمية، وما تقوم به الأمم المتحدة وبرنامجها المعني بالمناخ من جهود ضخمة تتبلور في عقد اتفاقيات دولية ومؤتمرات سنوية بشأن تغير المناخ وبمشاركة نحو 200 دولة كان آخرها (COP27) الذي عُقد في الشهر الماضي (نوفمبر 2022م) بشرم الشيخ بجمهورية مصر العربية لهو خير دليلٍ على أنَّ التغير المناخي من أبرز المشكلات التي تسعى جميع دول العالم للحد من آثارها لما لها من تداعيات خطرة على النظم البيئية والأنشطة البشرية.

ونحن إذ نبارك انعقاد مؤتمر **(التغيرات المناخية في ليبيا "الاتجاهات والتداعيات")** فإننا نتقدم بالشكر إلى البُحّاث المشاركين ببحوثهم القيّمة من أجل إثراء الموضوع، كما نشكر اللجان العلمية والتحضيرية للمؤتمر، والتي واكبت تجهيزاته الأولية إلى لحظة الانعقاد، كما نحيي كافة الجهات التي أسهمت في إنجاح هذا المؤتمر العلمي.

وختامًا.. فإنَّ جامعة سرت ترحب بأن تكون حاضنة لانعقاد المؤتمرات والندوات العلمية الهادفة التي تسهم في بناء مستقبل وطننا الحبيب **ليبيا**.

وفقكم الله وسدد خُطاكم

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته

د. سليمان مفتاح الشاطر

رئيس جامعة سرت

كلمة اللجنة العلمية:

بسم الله، الحمد لله، والصلاة والسلام على رسول الله، وعلى آله وصحبه ومن والاه، وبعد:

فموضوع هذا المؤتمر هو الشغل الشاغل للمختصين، والاهتمام الحاضر للمتابعين؛ لأنَّ التغير المناخي هو السبب الرئيس في التغير الفعلي لكثير من مسارات الحياة في شتى نواحيها، خاصة في دولة مثل ليبيا، حيث أنَّ الأنشطة البشرية غير مرشدة والنظم البيئية هشَّة؛ لذلك كان لزاماً معرفة الاتجاهات ثم التداعيات للتغيرات المناخية حتى يتسنى الاستعداد لكل ما هو مرتقب أو متوقع، وهذا ما تهدف إليه محاور المؤتمر، وقد جاءت على النحو الآتي:

المحور الأول: اتجاهات التغيرات المناخية في ليبيا.

المحور الثاني: آثار الأنشطة البشرية على التغيرات المناخية.

المحور الثالث: تداعيات التغيرات المناخية.

المحور الرابع: استراتيجيات التكيُّف مع التغير المناخي.

وقد بلغ عدد الملخصات المقدمة للَّجنة العلمية ثمانية وثلاثين ملخصاً، وعدد الأبحاث المرسلة خمسَ وعشرين بحثاً، عدد المقبول منها أربعة عشر بحثاً وفقاً للمعايير العلمية والفنية التي اعتمدتها اللجنة العلمية.

ومن باب الاعتراف بالمعروف، وإرجاع الفضل إلى أهله، فإن اللجنة العلمية تتقدم بوافر الشكر والتقدير والاحترام وعظيم الامتنان لجامعة سرت متمثلة في السيد: **د. سليمان مفتاح الشاطر** رئيس الجامعة، و **أ. د. الطيب مُحَّد القبي** وكيل الجامعة للشؤون العلمية، و **أ. د حسين مسعود أبومدينة** مدير إدارة الدراسات العليا والتدريب بالجامعة، و **د. إسماعيل فرج عبد الناصر** عميد كلية الآداب، و **أ. جمعة مُحَّد الغناي** رئيس قسم الجغرافيا، وكذلك السادة رئيس وأعضاء اللجنة التحضرية، وكل من أسهم معهم في هذا العمل الكبير.

نجدد لهم الشكر والتقدير لاحتضانهم هذا المؤتمر، والعمل على نجاحه على هذا النحو المتميز الرائع.

وتتطلع اللجنة العلمية من خلال البحوث الرصينة المقدمة في هذا المؤتمر إلى تقديم ما فيه النفع والخير لبلادنا.

أ. د. أنور فتح الله إسماعيل
رئيس اللجنة العلمية

أثر التغيرات المناخية على اتجاهات التغير في عناصر مناخ الساحل الليبي

د. خالد صطم عطية
محاضر بقسم الجغرافيا/ كلية التربية للعلوم الإنسانية/ جامعة الموصل
Khalid.setam@gmail.com

د. سليمان يحي السبيعي
أستاذ مُساعد بقسم الجغرافيا/ كلية الآداب/ جامعة سرت
Dr.soliman.alsubaie@su.edu.ly

الملخص:

تهدف الدراسة إلى دراسة التغيرات الحاصلة في عناصر مناخ الساحل الليبي، والتعرف على اتجاهات هذا التغير ومؤشراته؛ لما لهذا التغير من تأثير كبير على الإنسان وبيئته وموارده وحياته في هذا العالم ومنها منطقة الدراسة.

اعتمدت الدراسة على تناول أسباب التغيرات المناخية، وقياس كمية انبعاث الغازات الدفيئة في منطقة الساحل الليبي وتغيراتها لفترات زمنية طويلة، وتحليل سجلات مناخية لمحطات المنطقة وارتباطها بكمية الغازات، ومتابعة اتجاهات التغير فيه عبر سلسلة زمنية، باستخدام المعدل العام ونموذج المعدل المتحرك(Moving Average) لكل خمس سنوات؛ وذلك لمعرفة حجم التغير المناخي، والتخلص من التذبذبات التي قد تحدث لعناصر المناخ في بعض السنوات، وتم اعتماد السجل المناخي، والذي يصل إلى (80) سنة لبعض العناصر، مثل: الأمطار للفترة الممتدة من عام (1929_ 2010) في محطة (مطار طرابلس)، وفترات أقل للعناصر الأخرى للتعرف على الدورات المناخية للعناصر، والتي أظهرت مؤشراته ارتفاع في معدلات السطوع الشمسي ومعدلات درجات الحرارة وانخفاض في كميات الأمطار والرطوبة النسبية، وزيادة في كمية التبخر.

الكلمات المفتاحية: التغير المناخي، البقع الشمسية، الغبار الكوني، الغازات الدفيئة، العناصر المناخية.

The Impact of Climatic Changes on the Change Orientations in the Climate Elements of the Libyan coast.

Dr. Khalid Sattam Atiyah
University : Mosul university /College of Education for Human Sciences - Department of Geography
Khalid.setam@gmail.com

Dr.soliman yahia alsubaie
Sirte University / College of Arts - Department of Geography
Dr.soliman.alsubaie@su.edu.ly

Abstract

The research aims to study the changes that are happening in the climatic elements of the Libyan coast also to identify the orientations and indicators of this change because of big impact of this change on the human beings, environment, resources and life in this world with including the study area.

This study depended on taking the climatic changes causes , measuring the emission quantity of warmed gases in the Libyan coast region , their changes for a long periods , analyzing of climatic records of the region stations and the relationship with gases quantities , change orientations following up through the time series by using the general average and the moving average model for every five years in order to know the size of climatic change also for fluctuations elimination that may happen to the climatic elements in some years.

The climatic record that had been adopted is reaching to eighty years for some elements like rainfall averages for the period from (1929-2010) at the Tripoli airport station also using this climatic record in a less periods with other elements to identify the climatic elements cycles . The climatic record indicators showed of the solar brightness and temperatures increasing ,rainfall decreasing ,relative humidity decreasing and evaporation increasing .

Keywords: climate change, sunspots, cosmic dust, greenhouse gases, climatic elements.

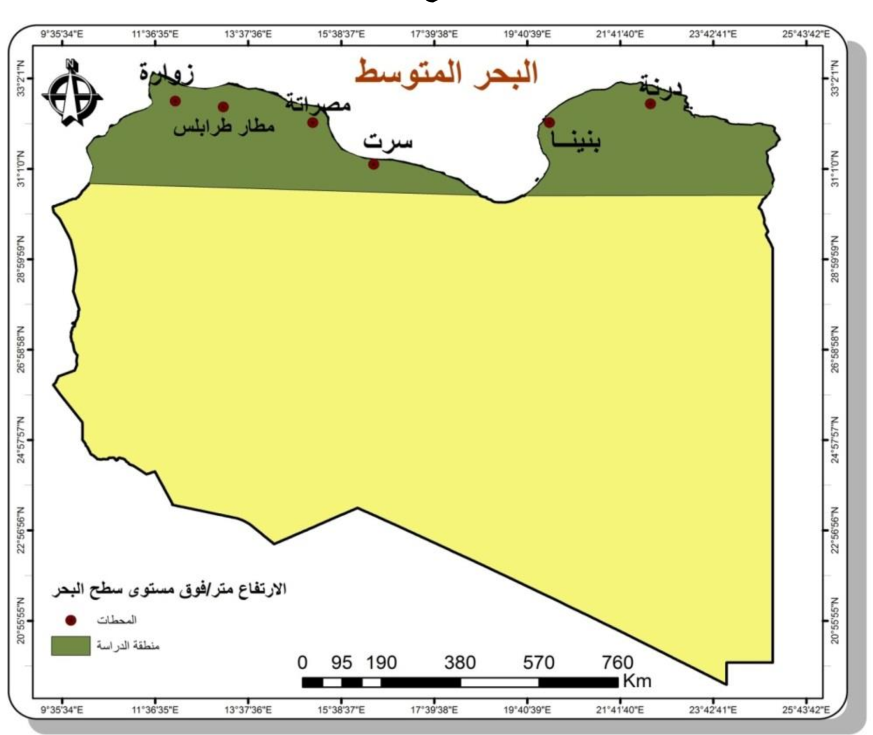
مقدمة:

إنَّ التغيّر المناخي من المواضيع التي أثارت جدلاً واسعاً بين أوساط الباحثين والمهتمين بالمناخ، وتشير العديد من الدراسات إلى أن المناخ في تغيّر مستمر، ولا يعرف الاستقرار إلا بشكل نسبي، وتتناول الدراسة التغيرات المناخية في منطقة الساحل الليبي من حيث الأسباب وتأثيرها على عناصر المناخ.

- حدود منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة في شمال ليبيا، والتي تطل على ساحل البحر المتوسط بين دائرتي عرض (33.2 ° - 31.0 °) شمالاً، وبين خطي طول (25.1 ° – 9.3 °) شرقاً، خارطة (1)، جدول (1).

خارطة (1) موقع منطقة الدراسة



جدول(1) محطات منطقة الدراسة

المحطات	دائرة العرض	خط الطول	الارتفاع عن مستوى سطح البحر/م
درنة	32.47	22.35	26
بنينا	32.05	20.16	129
سرت	31.12	16.35	13
مصراتة	32.05	15.03	132
مطار طرابلس	32.4	13.09	81
زوارة	32.53	12.05	3

– مشكلة الدراسة:

تكمن مشكلة الدراسة في وجود اتجاه عام لتغير عناصر مناخ الساحل الليبي نحو التطرف، ولجميع العناصر وذلك بتأثير عوامل ومسببات للتغير المناخي الإقليمي والعالمي، وبروز مؤشرات واضحة لهذا التغير، والتي لها أثارها الخطيرة على التدهور البيئي وعلى الإنسان وموارده، وهذه المؤشرات تكون أشد خطورة في البيئات الجافة وشبه الجافة، وخاصة في الدول النامية، ومنها: ليبيا وساحلها؛ ممَّا يتطلب وضع خطط استراتيجية شاملة ومشاريع تنموية متكاملة تسهم في مكافحة هذه التغيرات والحد من تأثيراتها.

– فرضية الدراسة:

تقوم الدراسة على مجموعة من الفرضيات، التي يمكن صياغتها على شكل أجوبة استنتاجية أولية وأثباتها كحلول مقنعة وممكنة، وهي على النحو الآتي:–

1- إنَّ هناك تغير في عناصر المناخ في منطقة الساحل الليبي، وبروز ظواهر تطرف مناخي، كارتفاع معدلات درجات الحرارة وانخفاض كميات الأمطار وتزايد التبخر والجفاف.
2- للتغير المناخي تأثيرات خطيرة على التدهور البيئي في منطقة الدراسة.
3- إنَّ اتجاهات التغير في عناصر مناخ الساحل الليبي تظهر أكثر وضوحاً خلال العقدين الآخيرين من مدة الدراسة.

– أهداف الدراسة:

تهدف إلى دراسة عناصر المناخ واتجاهات التغير من عام 1929-2010م لبعض العناصر ومدة أقل لعناصر أخرى بحسب توفر البيانات المناخية، ونتائج هذا التغير في العناصر المناخية ومدى تأثيرها على التدهور البيئي، ويمكن تحديد أهم أهداف الدراسة بما يأتي:-

1- دراسة التغيرات المناخية في عناصر مناخ الساحل الليبي.

2- التعرف على الاتجاه العام لعناصر المناخ والظواهر المناخية وتحديد مسارها الزمني.

3- معرفة نسب التغير في عناصر المناخ وطبيعة مؤشرات هذا التغير خاصة في الثلاثين سنة الأخيرة، وآثارها الخطيرة إذا استمرت مستقبلاً.

4- وضع الخطط اللازمة لمواجهة التدهور البيئي، وسبل إدارة الموارد الطبيعية في الساحل الليبي.

– أهمية الدراسة:

تكمن في دراسة اتجاهات التغير في مناخ الساحل الليبي، وما لها من آثار على الجوانب البيئية والاقتصادية والاجتماعية، والتعرف على ماهية هذا التغير والبحث في إمكانية الحد من الآثار المترتبة عنها.

– المنهج المعتمد:

اعتمدت الدراسة المنهج الاستقرائي والتحليل الإحصائي القائم على أسلوب تحليل البيانات المناخية لمحطات (درنة، بنينا، سرت، مصراتة، مطار طرابلس، زوارة) لفترات زمنية تصل إلى ما يقرب (82) عاماً لبعض العناصر، ومدة أقل لعناصر أخرى؛ للتعرف على خط أتجاه المناخ ودراسته عبر سلسلة زمنية باستخدام المعدل العام ونموذج المعدل المتحرك (Moving Average) لكل خمس سنوات؛ وذلك لمعرفة حجم التغير المناخي والتخلص من التذبذبات التي قد تحدث لعناصر المناخ في بعض السنوات.

أولاً:- مفهوم التغير المناخي:

هو (التغير الحاصل في عنصر مناخي أو مجموعة عناصر المناخ خلال زمن معين (العمر، 2000)، وتم التأكيد على عنصر الحرارة لكونه من أهم العناصر المناخية تأثيراً على

سطح الأرض وأكثرها تأثيراً على عناصر المناخ الأخرى، فالتغير في درجات الحرارة من حيث الارتفاع أو الانخفاض والذي يستمر لفترة طويلة يسمى بالتغير المناخي بحيث تظهر آثاره على البيئة والإنسان، فهو يختلف عن التذبذب لكون التذبذب يكون لفترة قصيرة ويعود إلى حالته الاعتيادية، (والتذبذب يعني ارتفاع وانخفاض قيم العنصر المناخي حول (الجبوري، 2017)

ثانياً:- أسباب التغير المناخي:

1- العوامل الطبيعية: وتشمل ما يأتي:

1-1- العوامل الخارجية وهي:

أ- دوران الأرض حول الشمس:- إن تباين كمية الأشعة، وتغير المناخ يرتبط بالدورة الفلكية والمسار الأهليجي لدوران الأرض حول الشمس وبتغير محور الأرض. (الغانم ع.، 2011). وأن استطالة الأرض في الوقت الراهن هي بحدود 1,67%، وتتراوح استطالة مدار الأرض ما بين (صفر تقريباً – 5%) وهي تحتاجها لإكمال دورة كاملة، والتي تستغرق حوالي (97) ألف سنة (العرود، 2001).

ب- البقع الشمسية Sun Spots: وهي مناطق داكنة، وتسمى أحياناً (كلف الشمس) تظهر على سطح الشمس وتمر بدوره من 11-22 سنة ودرجة حرارة هذه البقع الشمسية أقل من الأجزاء الأخرى من الشمس بحوالي 2000-3000 م°، وأن تزايد البقع الشمسية أو تناقصها قد يؤدي إلى تغير درجة الحرارة بحوالي (1) م° (موسى، 2005).

ج- الغبار الكوني والشوائب الدقيقة cosmic dust: تعرف الشوائب بأنها أجسام دقيقة صلبة أو سائلة تتواجد في الغلاف الجوي، وبالتحديد في طبقتي التروبوسفير والستراتوسفير، وتدخل هذه الشوائب إلى الغلاف الجوي من اليابس والماء من مصادر طبيعية، مثل: الرياح والعواصف الترابية والبراكين والتبخر والحرائق، أو نتيجة النشاط البشري. (العرود، 2001)

1-2. العوامل الداخلية:

أ. **العمليات التكتونية**: مثل زحـزحة القـارات، وهناك العديد من النظريات التي أكدت

عليها، وهذه العمليات لها تأثير كبير على مناخ الأرض خلال العصور الجيولوجية لتأثيرها في بناء الجبال وتغير نمط دورة المحيطات والتيارات البحرية، وأدى ذلك إلى تعاقب الفترات الجافة والرطبة على الأرض (شواورة، 2012)

ب. **البراكين**: إن ثوران البراكين الكبيرة يؤدي إلى خروج كميات كبيرة من المواد إلى أعلى التروبوسفير والستراتوسفير، مثل ثاني أوكسيد الكبريت والغبار، وتبقى هذه المواد عالقة في الجو لعدة سنوات، كما أن هناك بعض الآراء عن ربط العلاقة بين النشاط البركاني الكبير خلال المليوني سنة الماضية وبين العصور الجليدية التي اكتسحت الأرض. (السامرائي، 2008)

2- العوامل البشرية المؤثرة على التغير المناخي:

تركز الغازات الدفيئة في الجو وظاهرة الاحتباس الحراري تتأثر عملية التبادل الإشعاعي بين الغلاف الجوي وما يحتويه من غازات مختلفة ومواد عالقة وبين سطح الأرض، بالنشاطات البشرية المسؤولة عن زيادة تركز الغازات الدفيئة مثل ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروجين والأوزون ومركبات الكلورفلور كاربون عن معدلها في الغلاف الغازي. (شحاذة، 2010) ، التقديرات الواردة في تقارير المنظمات الدولية المعنية بالمناخ تشير إلى أن ارتفاع معدل درجات الحرارة يتراوح بين (0,5)م^{o} في نصف الكرة الأرضية الجنوبي و(2)م^{o} في نصف الكرة الشمالية بحلول سنة 2030 (الأمم المتحدة، 2009).

وقد ارتفعت نسبة تركيز هذه الغازات بعد الثورة الصناعية كما مبين في الجدول (2)؛ وذلك لارتفاع نسبة الوقود الأحفوري المحترق وزيادة الغازات المنبعثة للغلاف الجوي من المصانع وعوادم السيارات... إلخ والحرائق لاسيما حرائق الغابات والثورات البركانية.

جدول (2) تراكيز الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي/ جزء بالمليون قبل الثورة الصناعية.

الغازات الدفيئة	قبل الثورة الصناعية عام 1750	عام 2011
ثاني أكسيد الكربون	280	390
الميثان	0,70	1,81
أكسيد النتروز	0,27	0,32

Source: W. M. O, information. not, "A summary of current climate change findings and fingures",March 2013,P.4.

جدول (3) كمية انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون/جزء لكل مليون وغاز الميثان /جزء لكل مليار في الساحل الليبي للمدة 2003–2021.

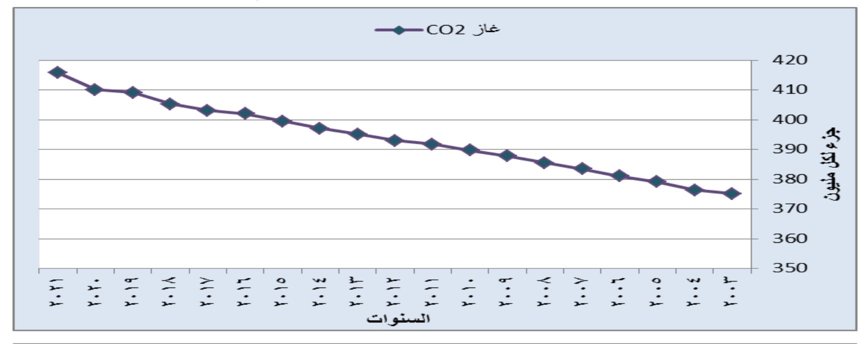
السنة	كمية إنبعاث غاز co^2 /جزء لكل مليون	السنة	كمية إنبعاث غاز الميثان /جزء لكل مليار
2003	**375.2**	2003	**1822.6**
2004	**376.4**	2004	**1822.1**
2005	**379.2**	2005	**1834**
2006	**381.1**	2006	**1833.3**
2007	**383.5**	2007	**1835.1**
2008	**385.5**	2008	**1841.1**
2009	**387.8**	2009	**1850.1**
2010	**389.8**	2010	**1845.3**
2011	**391.8**	2011	**1854.7**
2012	**393**	2012	**1853.1**
2013	**395.2**	2013	**1852.9**
2014	**397.1**	2014	**1862.1**
2015	**399.5**	2015	**1869.7**
2016	**402**	2016	**1872.3**
2017	**403.1**	2017	**1873.2**
2018	**405.3**	2018	**1875.1**
2019	**409.2**	2019	**1883.3**
2020	**410.1**	2020	**1889.2**
2021	**415.8**	2021	**1900.6**

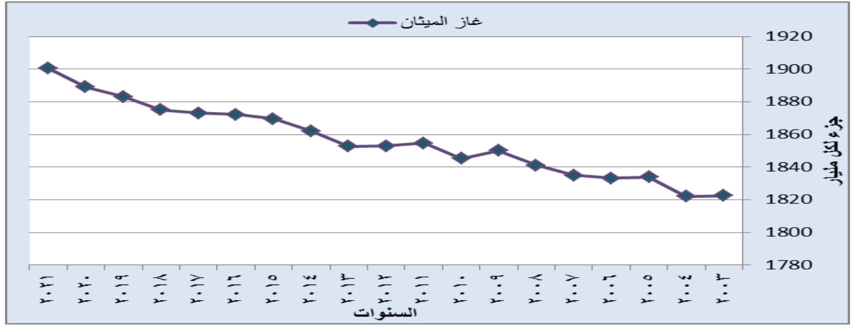
المصدر: موقع باور التابع لوكالة ناسا: https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/

وهناك تزايد في كمية انبعاث Co2 وغاز الميثان في منطقة الساحل الليبي جدول (3) شكل (1) حيث يظهر تزايد مستمر من سنة لأخرى ففي عام 2003 كانت كمية انبعاث غاز Co2 منخفضة لا تتجاوز (375,2) جزءًا لكل مليون، وارتفعت الكمية إلى نحو (415,8) جزءًا لكل مليون عام 2021، كما ارتفعت تراكيز وكميات غاز الميثان من (1822,6) جزء لكل مليار عام 2003 إلى نحو (1900,6) جزءًا لكل مليار عام 2021 مما يدل على زيادة كبيرة في كمية الانبعاثات نتيجة زيادة عدد السكان ونشاطاته

المختلفة، كالصناعة وعوادم السيارات واستخدام الأسمدة والمبيدات في الزراعة والاستخدامات الأخرى، والتي تسهم في زيادة كمية Co2 والميثان في الجو.

شكل (1) كمية انبعاث غاز CO^2 وغاز الميثان في الساحل الليبي للمدة 2003–2021





المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على الجدول(3).

ثالثاً:–اتجاهات التغير المناخي لعناصر مناخ الساحل الليبي:

تتناول الدراسة اتجاهات التغير في عناصر المناخ لمحطات (درنة، بنينا، سرت، مصراتة، مطار طرابلس، زوارة) وتشمل (السطوع الشمسي، درجات الحرارة "الاعتيادية، العظمى، الصغرى"، الأمطار، التبخر، الرطوبة النسبية، سرعة الرياح) وتحتاج دراسة تغير المناخ إلى فترات زمنية طويلة (سلسلة زمنية) لكي تعطينا نتائج واضحة عن حالة التغير في مناخ منطقة الدراسة، وقد تم معالجة بعض الانقطاع في البيانات لبعض السنوات بأسلوب الانحدار البسيط. وتم اعتماد أسلوب المتوسطات المتحركة (Moving Average) ينظر: (Lamb,H-Trewartha-A.Ahmed- Rimi, 1972) لمعالجة السلسلة الزمنية، وهو أداة لتحليل اتجاه التغير في عناصر المناخ عن خط اتجاهها العام

وحدوث فترات لارتفاع أو انخفاض في معدلات هذه العناصر، وتحليل حالات الجفاف وفتراته، وتحديد نظام هذه الفترات، أي بمعنى هل تتبع نظاماً معيناً أم أن حدوثها عشوائي.

نستخرج المعدلات المتحركة (Moving Average) بجمع قيم عدد السنوات المتعاقبة والمتداخلة وقسمتها على عدد السنوات وتثبيتها أمام السنوات الوسطى(مركز الفئة) وقد تم اعتماد وسط متحرك أمده خمس سنوات. ويكون احتساب المعدل المتحرك على النحو الآتي (الصالح و السرياني، 1979):

$$\text{المتوسط المتحرك} = \frac{\text{أ + ب + ج.....؟}}{\text{عددها}}$$

أ= السنة الأولى ب= السنة الثانية ج= السنة الثالثة

وتفيد المتوسطات المتحركة في التخلص من التذبذبات القصيرة المدى (الغانم، 2003)، وتقدم توضيحاً لاتجاهات تغير متوسطات العناصر المناخية ولاسيما الحرارة والأمطار وغيرها من العناصر، وقد تم إعداد مخططات لخط اتجاه عناصر (معدلات الحرارة الاعتيادية، معدلات الحرارة الصغرى، معدلات الحرارة العظمى، الأمطار ، التبخر، الرطوبة النسبية، سرعة الرياح) وتحليل حالات التغير في هذه العناصر، وتم اعتماد استخدام أسلوب الاتجاه العام (معامل الاتجاه) ومعدل التغير، ويتم استخراج معدل التغير وفق المعادلة الآتية ينظر: (ابو زيد و صيام ، 2010): **(معادلة رقم 1)**

$$\mathbf{C=(bi/y)*100}$$

حيث أن C= معدل التغير السنوي bi= معامل الاتجاه y= المتوسط الحسابي.

ويمكن استخراج bi من المعادلة الآتية:- **(معادلة رقم 2)**

$$bi= \frac{\overline{X}_2-\overline{X}_1}{T_2-T_1}$$

$\overline{X}_2-\overline{X}_1$ =الفرق بين الوسطين

T_2-T_1 =الفرق بين الزمنين

وفيما يأتي تحليل لاتجاهات التغير في معدلات عناصر المناخ في الساحل الليبي:

1- اتجاه معدل السطوع الشمسي ساعة/يوم:

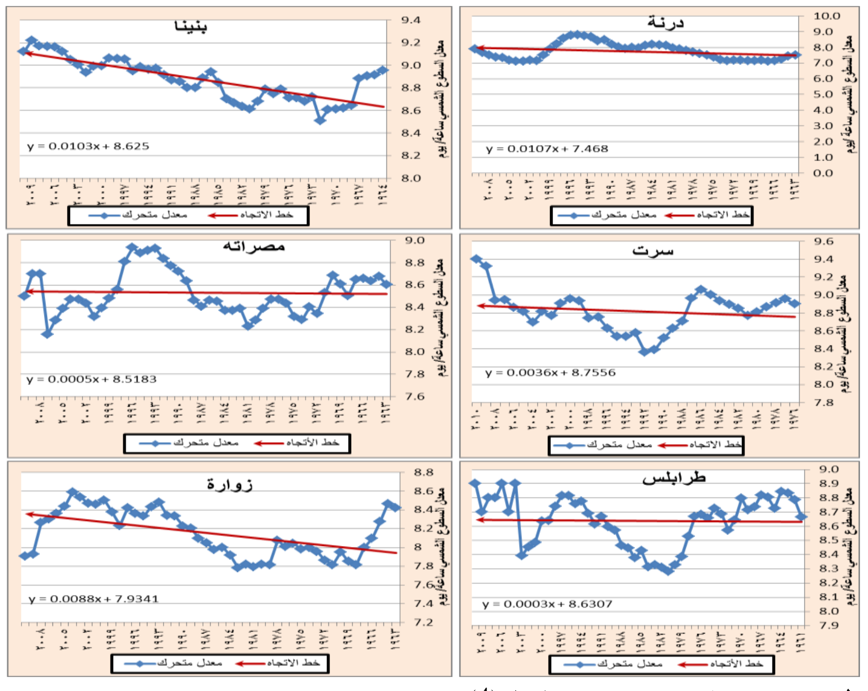
إنَّ اتجاهات التغير في معدل ساعات السطوع الشمسي (ساعة/يوم) يؤشر تزايدًا واتجاهاً موجبًا في الساحل الليبي خلال مدة الدراسة ، ويبين الشكل (2) ومن تحليل الجدول (4) نلحظ أن معامل الاتجاه نحو الموجب وقد سجلت نحو (0.010، 0.010، 0.003، 0.0005، 0.0003، 0.008) لمحطات (درنة، بنينا، سرت، مصراتة، طرابلس، زوارة) على التوالي، وبمعدل تغير سنوي موجب نحو (0.129، 0.112، 0.034، 0.005، 0.003، 0.097%) للمحطات السابقة على التوالي، إذ سجل أعلى مقدار تغير سنوي في محطة درنة نحو (0.129 %)، بينما ادنى معدل تغير سنوي سجل في محطة مصراتة (0.005 %) في حين سجل معدل التغير لمدة الدراسة في المحطات المذكورة أتجاه موجب إذ سجل (6.063، 5.15، 1.156، 0.235، 0.147، 4.559%) على التوالي الجدول (4).

الجدول (4) معامل الاتجاه ومعدل التغير السنوي لمعدل السطوع الشمسي في منطقة الساحل.

المحطة	المتوسط العام	عدد السنوات	معامل الاتجاه	المعدل السنوي للتغير (%)	معدل التغير لمدة الدراسة (%)
درنة	7.7	47	0.010	0.129	6.063
بنينا	8.9	46	0.010	0.112	5.15
سرت	8.8	34	0.003	0.034	1.156
مصراتة	8.5	47	0.0005	0.005	0.235
طرابلس	8.6	49	0.003	0.003	0.147
زوارة	8.2	47	0.008	0.097	4.559

المصدر : من عمل الباحثين اعتماداً على البيانات المناخية لمحطات الساحل الليبي.

شكل (2) الاتجاه العام لتغير معدل السطوع الشمسي (ساعة / يوم) في الساحل الليبي



المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على الجدول (4).

2- أتجاه معدل درجات الحرارة / م°

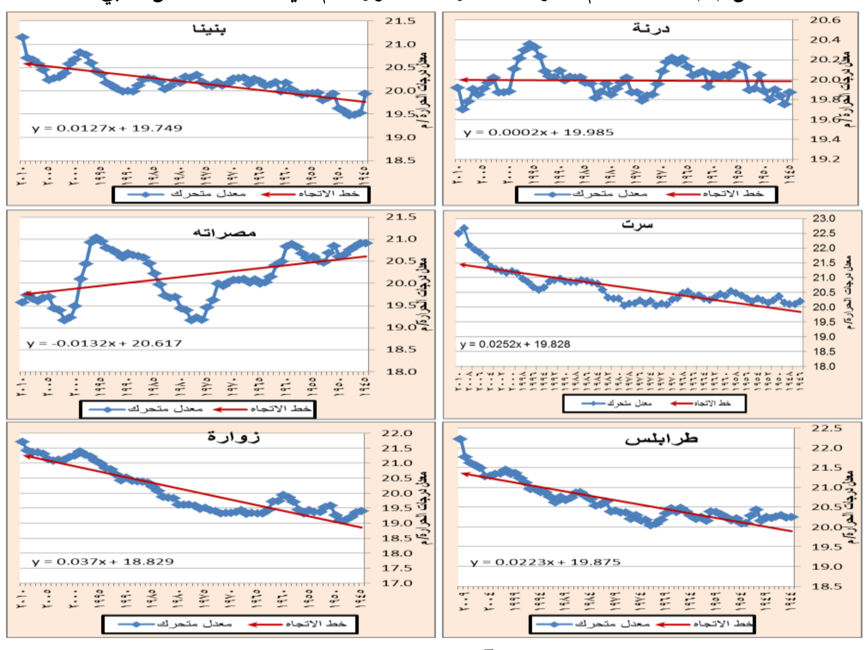
يؤثر أي تغير في عنصر الحرارة في باقي العناصر الأخرى لكونه العنصر الأهم من بين العناصر المناخية، ويبين الشكل (3) اتجاه معدل درجة الحرارة (معدل متحرك) في الساحل الليبي نحو الارتفاع في مدة الدراسة، ومن تحليل الجدول (5) نلحظ أن معامل الاتجاه نحو الموجب وقد سجلت نحو (0.0002، 0.12، 0.025، 0.013^{-}، 0.022، 0.037%) لمحطات (درنة، بنينا، سرت، مصراتة، طرابلس، زوارة) على التوالي، وبمعدل تغير سنوي موجب نحو (0.001، 0.059، 0.120، 0.064^{-}، 0.106، 0.184%) للمحطات السابقة على التوالي، إذ سجل أعلى مقدار تغير سنوي في محطة .زوارة نحو (0.184%)، بينما سجلت محطة (مصراتة) ادنى معدل تغير سنوي سالب نحو(0.064)، في حين سجل معدل التغير لمدة الدراسة في المحطات المذكورة إذ سجل (0.065، 3.83، 7.8، 4.16^{-}، 6.89، 11.9%) على التوالي الجدول (5).

الجدول (5) معامل الاتجاه ومعدل التغير السنوي لمعدل درجات الحرارة / م° في منطقة الساحل الليبي

المحطة	المتوسط العام	عدد السنوات	معامل الاتجاه	المعدل السنوي للتغير (%)	معدل التغير لمدة الدراسة (%)
درنة	20.0	65	0.0002	0.001	0.065
بنينا	20.2	65	0.012	0.059	3.83
سرت	20.7	65	0.025	0.120	7.80
مصراتة	20.2	65	-0.013	-0.064	-4.16
طرابلس	20.6	65	0.022	0.106	6.89
زوارة	20.1	65	0.037	0.184	11.9

المصدر : من عمل الباحثين اعتماداً على البيانات المناخية لمحطات الساحل الليبي.

شكل (3) الاتجاه العام لتغير معدل درجات الحرارة / م° في منطقة الساحل الليبي.



المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على الجدول (5).

3- اتجاه معدل درجة الحرارة العظمى / م°:

يتضح من الجدول (6) والشكل (4) أن معدلات درجات الحرارة العظمى قد سجلت تزايداً واضحاً في اتجاهها لمحطات (طرابلس، زوارة، سرت) نحو (0.020،

0.012، 0.010) على التوالي أما محطات (مصراتة، درنة، بنينا) سجلت اتجاهًا سالبًا نحو (-0.001، -0.003، -0.003) على التوالي، ومعدل تغير سنوي موجب للمحطات (درنة، بنينا، سرت، مصراتة، طرابلس، زوارة) إذ سجل (-0.012، -0.012، 0.039، -0.003، 0.069، 0.048 %) على التوالي.

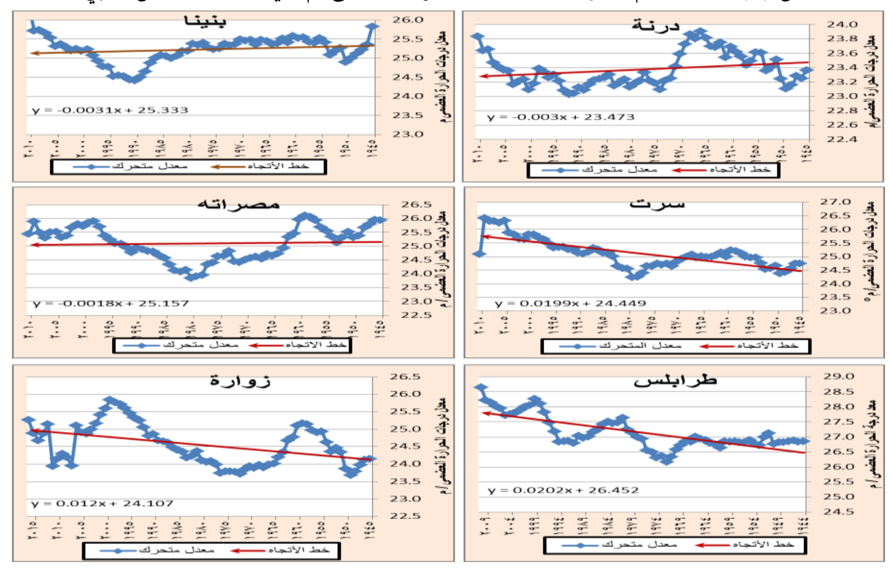
وبلغ معدل التغير السنوي في مدة الدراسة للمحطات نفسها بالترتيب نفسه نحو (-0.78، -0.78، 2.53، -0.195، 4.48، 3.12%) على التوالي.

الجدول (6) معامل الاتجاه ومعدل التغير السنوي لمعدل درجات الحرارة العظمى في منطقة الساحل الليبي.

المحطة	المتوسط العام	عدد السنوات	معامل الاتجاه	المعدل السنوي للتغير (%)	معدل التغير لمدة الدراسة (%)
درنة	23.4	65	0.003-	0.012-	0.78-
بنينا	25.23	65	0.003-	0.012-	0.78-
سرت	25.1	65	0.01	0.039	2.53
مصراتة	25.1	65	0.001-	0.003-	0.195-
طرابلس	28.6	65	0.020	0.069	4.48
زوارة	24.6	65	0.012	0.048	3.12

المصدر : من عمل الباحثين اعتماداً على البيانات المناخية لمحطات الساحل الليبي.

شكل (4) الاتجاه العام لتغير معدل درجات الحرارة العظمى/ م° في منطقة الساحل الليبي.



المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على الجدول (6).

4- اتجاه معدل درجة الحرارة الصغرى/ م° :

يشير الشكل (5) إلى ارتفاع أتجاه معدلات درجات الحرارة الصغرى خلال مدة الدراسة في محطات (زوارة، بنينا، طرابلس، سرت، درنة، مصراتة) ويتبين من الجدول (7) ان معامل الاتجاه العام لمحطات المذكورة سجل أتجاهاً موجبا إذ بلغ (0.058، 0.028، 0.024، 0.021، 0.011، 0.001) على التوالي، وسجل معدل التغير السنوي أتجاهاً موجباً للمحطات جميعاً وبالترتيب نفسه نحو (0.374، 0.185، 0.170، 0.131، 0.065، 0.006%) على التوالي، وسجل أعلى مقدار تغير سنوي في محطة زوارة نحو (0.374%).

أما معدل التغير في سنوات الدراسة فقد سجل في المحطات السابقة على التوالي (24.32، 12.02، 11.06، 8.53، 4.28، 0.41%) الجدول (7).

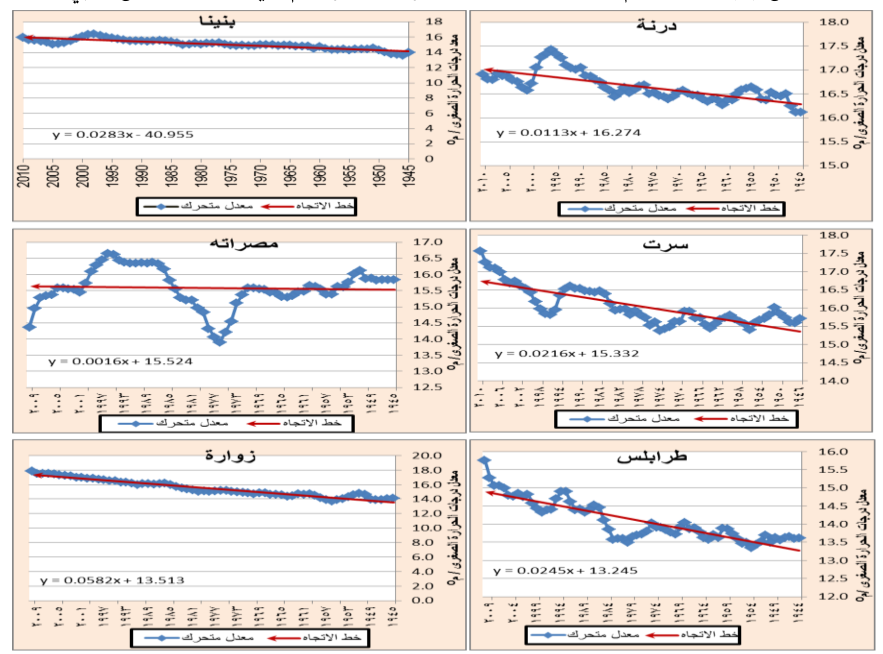
الجدول (7) معامل الاتجاه ومعدل التغير السنوي لمعدل درجات الحرارة الصغرى في منطقة الساحل الليبي.

المحطة	المتوسط العام	عدد السنوات	معامل الاتجاه	المعدل السنوي للتغير (%)	معدل التغير لمدة الدراسة (%)
درنة	16.7	65	0.011	0.065	4.28
بنينا	15.07	65	0.028	0.185	12.02
سرت	16.0	65	0.021	0.131	8.53
مصراتة	15.6	65	0.001	0.006	0.41⁻
طرابلس	14.1	65	0.024	0.170	11.06
زوارة	15.5	65	0.058	0.374	24.32

المصدر : من عمل الباحثين اعتماداً على البيانات المناخية لمحطات الساحل الليبي.



شكل (5) الاتجاه العام لتغير معدل درجات الحرارة الصغرى/ م° في منطقة الساحل الليبي.



المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على الجدول (7).

5- اتجاه كمية الأمطار/ملم:

يتضح من الشكل (6) أن الاتجاه العام لتساقط الأمطار في محطات الساحل الليبي المناخية سجل انخفاضاً واضحاً بخاصة في السنوات الأخيرة من مدة الدراسة جدول(8).

الجدول (8) معامل الاتجاه ومعدل التغير السنوي لكمية الأمطار في منطقة الساحل الليبي.

المحطة	المتوسط العام	عدد السنوات	معامل الاتجاه	المعدل السنوي للتغير (%)	معدل التغير لمدة الدراسة (%)
درنة	265.0	65	0.300^{-}	0.114^{-}	7.41^{-}
بنينا	255.8	65	0.516^{-}	0.201^{-}	13.06^{-}
سرت	175.9	79	0.49	0.278	21.96
مصراتة	270.2	67	0.312^{-}	0.115^{-}	7.70^{-}
طرابلس	272.5	81	1.038^{-}	0.380^{-}	30.78^{-}
زوارة	217.0	79	0.075	0.034	2.686

المصدر : من عمل الباحثين اعتماداً على البيانات المناخية لمحطات الساحل الليبي.

ومن تحليل الجدول (8) نلحظ أن معامل الاتجاه سالب سجل في محطات (طرابلس، بنينا، مصراتة، درنة) نحو (¯1.038، ¯0. 516 ، ¯0.312، ¯0.300) على التوالي، ومعدل تغير سنوي لنفس المحطات على التوالي (¯0.380، ¯0.201، ¯0.115، ¯0.114 %) ومعدل تغير خلال مدة الدراسة لنفس المحطات ونفس الترتيب بنحو (¯30.78، ¯13.06، ¯7.70، ¯7.41 %).

أما المحطات التي سجلت اتجاها موجباً هي محطات (سرت، زوارة) نحو (0.49، 0.075) على التوالي. ومعدل التغير السنوي للأمطار لنفس المحطات (0.278، 0.034%). أما معدل التغير في مدة الدراسة وللمحطات السابقة وبنفس الترتيب سجل (21.96 ، 2.686%) على التوالي.

وهذا الانخفاض في الاتجاه العام للأمطار مؤشر واضح إلى أثر التغيرات المناخية في مناخ الساحل الليبي، وهذا ما أشارت إليه تقارير (IPCC) المعنية بتغير المناخ عن انخفاض هطول الأمطار في العالم أو تغيرها، ومنها منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا .

شكل (6) الاتجاه العام لتغير كمية الأمطار/ ملم في منطقة الساحل الليبي.

المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على الجدول (8).

6- اتجاه كمية التبخر/ ملم:

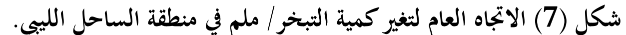
يتضح من الشكل (7) إن الاتجاه العام لكمية التبخر قد سجل اتجاها موجباً في معظم محطات منطقة الدراسة ماعدا محطة (سرت) والتي سجلت اتجاهاً سالبا حيث سجلت معامل اتجاه نحو (-0.22) ومعدل تغير سنوي (-0.335 %) وسجلت معدل تغير خلال مدة الدراسة بنحو(-14.74 %) لنفس المحطة .

ومن تحليل الجدول (9) نلحظ أن معامل الاتجاه الموجب سجل في باقي المحطات وهي (مصراتة، زوارة، بنينا، درنة، طرابلس) نحو (0.157، 0.088، 0.065، 0.047، 0.026) على التوالي ومعدل نغير سنوي لنفس المحطات (0.234، 0.159، 0.087، 0.068، 0.031%) على التوالي، ومعدل تغير خلال مدة الدراسة لنفس المحطات ونفس الترتيب بنحو (10.29، 7.47، 3.82، 3.00 ، 1.33 %).

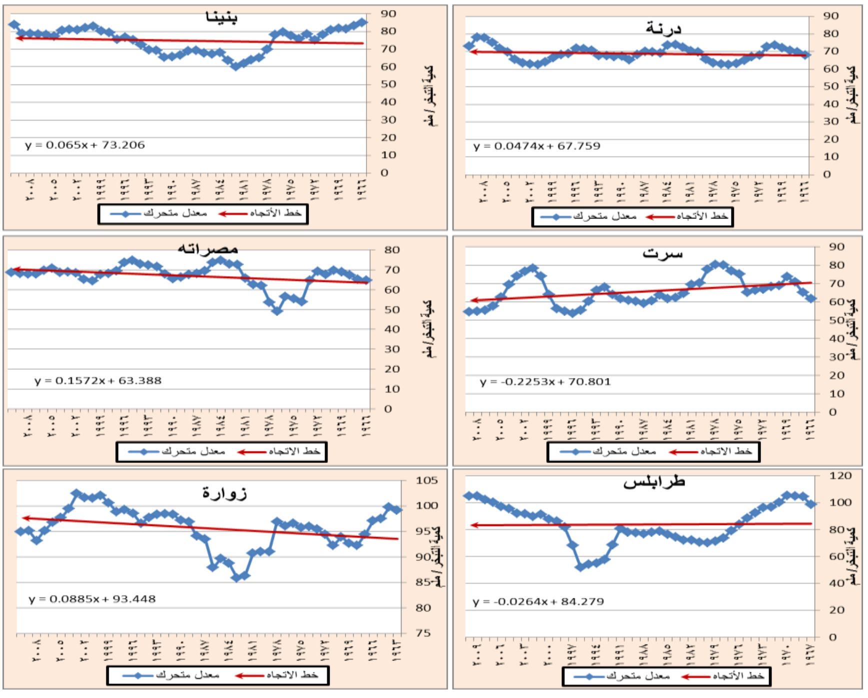
الجدول (9) معامل الاتجاه ومعدل التغير السنوي لكمية التبخر في منطقة الساحل الليبي.

المحطة	المتوسط العام	عدد السنوات	معامل الاتجاه	المعدل السنوي للتغير (%)	معدل التغير لمدة الدراسة (%)
درنة	68.8	44	0.047	0.068	3.00
بنينا	74.7	44	0.065	0.087	3.82
سرت	65.5	44	-0.22	-0.335	-14.74
مصراتة	67.0	44	0.157	0.234	10.29
طرابلس	83.7	43	0.026	0.031	1.33
زوارة	55.1	47	0.088	0.159	7.47

المصدر : من عمل الباحثين اعتماداً على البيانات المناخية لمحطات الساحل الليبي.



شكل (7) الاتجاه العام لتغير كمية التبخر/ ملم في منطقة الساحل الليبي.



المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على الجدول (9).

7- اتجاه الرطوبة النسبية % :

تتجه كمية الرطوبة النسبية إلى الانخفاض وقد سجلت اتجاهاً سالباً في معظم المحطات المناخية للساحل الليبي خلال مدة الدراسة، وهي محطات (بنينا، مصراتة، زوارة، سرت) بنحو (-0.068، -0.061، -0.011، -0.006) على التوالي وسجل معدل التغير السنوي للمحطات المذكورة على التوالي (-0.104، -0.087، -0.011، -0.008%) ومعدل تغير خلال مدة الدراسة لنفس المحطات، وبنفس الترتيب بلغ (-6.79، -5.65، 0.979، -0.52) .

أمّا المحطات التي سجلت معامل اتجاه موجب فهي محطتي (درنة، طرابلس) فقد سجلت معامل اتجاه نحو (0.022، 0.002) على التوالي، ومعدل تغير سنوي بلغ نحو (0.030، 0.003%) على التوالي، أمّا معدل تغير خلال مدة الدراسة بلغ (1.95، 0.195%) على التوالي، شكل (8)، جدول (10).

الجدول (10) معامل الاتجاه ومعدل التغير السنوي لمقدار الرطوبة النسبية %

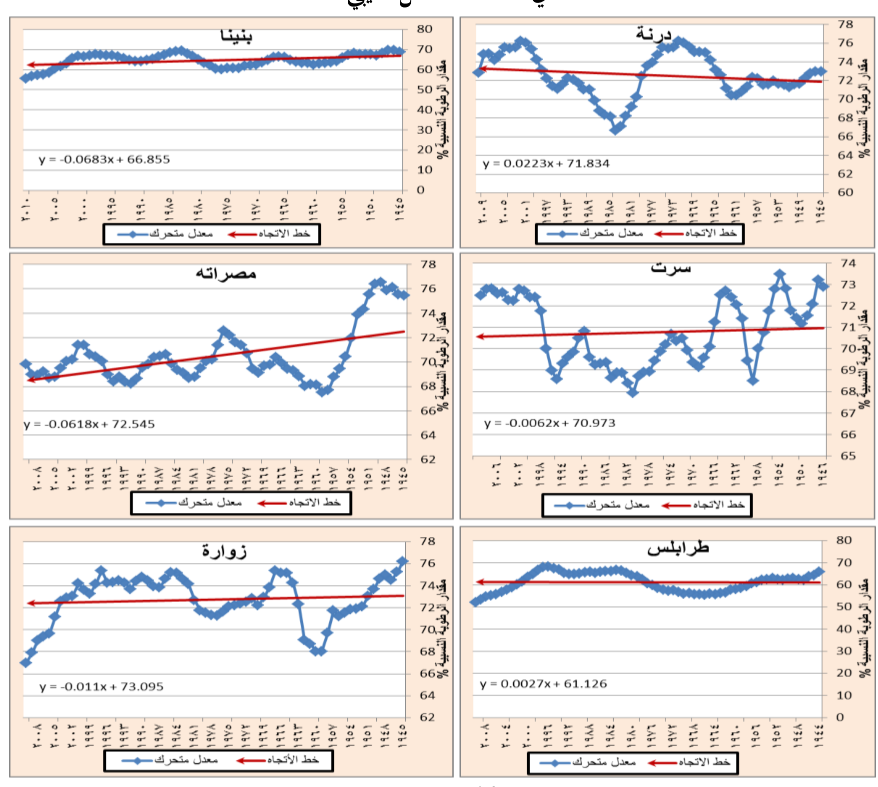
في منطقة الساحل الليبي.

المحطة	المتوسط العام	عدد السنوات	معامل الاتجاه	المعدل السنوي للتغير (%)	معدل التغير لمدة الدراسة (%)
درنة	73	65	0.022	0.030	1.95
بنينا	65	65	0.068^{-}	0.104^{-}	6.79^{-}
سرت	71	65	0.006^{-}	0.008^{-}	0.52^{-}
مصراتة	70	65	0.061^{-}	0.087^{-}	5.65^{-}
طرابلس	61	65	0.002	0.003	0.195
زوارة	73	65	0.011^{-}	0.015^{-}	0.979^{-}

المصدر : من عمل الباحثين اعتماداً على البيانات المناخية لمحطات الساحل الليبي.

شكل (8) الاتجاه العام لتغير مقدار الرطوبة النسبية %

في منطقة الساحل الليبي.



المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على الجدول (10).

الاستنتاجات :

1- سجلت محطات الساحل الليبي اتجاهًا موجبًا لمعدلات (السطوع الشمسي ومعدلات درجات الحرارة الصغرى) ولجميع المحطات خلال مدة الدراسة، وقد سجلت محطة (زوارة) أتجاهًا موجبًا لجميع العناصر المناخية ماعدا عنصر (الرطوبة النسبية)؛ مما يؤشر تأثرها بشكل كبير بالتغيرات المناخية.

أمَّا محطة (مصراتة) فقد سجلت معامل أتجاهاً سالبًا في معدلات (درجات الحرارة، درجات الحرارة العظمى، المطر، الرطوبة) واتجاهاً موجباً لعناصر(السطوع الشمسي، الحرارة الصغرى).

2- هناك ارتفاع في كمية الانبعاث في منطقة الساحل الليبي حيث يظهر بشكل مستمر من سنة لأخرى، ففي عام 2003 كانت كمية انبعاث غاز Co2 منخفضة لا تتجاوز (375,2) جزءًا لكل مليون، وارتفعت الكمية إلى نحو (415,8) جزءًا لكل مليون عام 2021، كما ارتفعت تراكيز وكميات غاز الميثان من(1822,6) جزءًا لكل مليار عام 2003 إلى نحو(1900,6) جزءًا لكل مليار عام 2021، وذلك بسبب النشاطات البشرية المذكورة والنزاعات والحروب التي تمر بها المنطقة.

3- ظهرت مؤشرات واضحة للتغير المناخي في منطقة الساحل الليبي وفي جميع العناصر المناخية، وقد تبين وجود ميل نحو الاتجاه الموجب للسطوع الشمسي نحو الارتفاع وسجل معدل تغير سنوي في محطات (درنة، بنينا، سرت، مصراتة، طرابلس، زوارة) نحو (0.129، 0.112، 0.034، 0.005، 0.003، 0.097%) على التوالي، وسجلت معدلات الحرارة الصغرى اتجاهاً موجباً لمعدل التغير السنوي للمحطات جميعاً وبالترتيب نفسه نحو (0.374، 0.185، 0.170، 0.131، 0.065، 0.006%).

4- وقد سجلت معدلات درجات الحرارة معدل تغير سنوي واتجاهًا موجبًا في أغلب المحطات المذكورة على التوالي نحو (0.0002، 0.12، 0.025، ⁻0.013، 0.022، 0.037 %)، أما معدلات التغير السنوي في معدلات الحرارة العظمى فقد بلغت نحو (⁻0.012، ⁻0.012، 0.039، ⁻0.003، 0.069، 0.048 %) على التوالي.

5- أكدت مؤشرات التغير المناخي إلى وجود انخفاض في عناصر (الأمطار، الرطوبة النسبية) حيث بلغ معدل التغير السنوي باتجاه سالب في كمية الأمطار في محطات (طرابلس، بنينا، مصراتة، درنة) نحو (-0.380، -0.201، -0.115، -0.114 %) على التوالي أمَّا محطتي (سرت، زوارة) فقد كان الاتجاه موجبًا بنحو (0.49، 0.075) على التوالي، أما معدل التغير السنوي للرطوبة النسبية باتجاه سالب فقد بلغ نحو (-0.104، -0.087، -0.011، -0.008 %) في محطات (بنينا، مصراتة، زوارة، سرت) على التوالي. أما المحطات التي سجلت اتجاهًا موجبًا هما محطتا (درنة، طرابلس) بنحو (0.030، 0.003%). على التوالي.

6-ظهرت كميات التبخر بزيادة واضحة في أغلب المحطات المدروسة؛ نتيجة ارتفاع معدلات السطوع الشمسي والحرارة وسرعة الرياح؛ ولقربها من الساحل فقد سجلت معدل التغير السنوي للتبخر نحو (0.234، 0.159، 0.087، 0.068، 0.031 %) في محطات (مصراتة، زوارة، بنينا، درنة، طرابلس) على التوالي.

المقترحات :

1- العمل على نشر ثقافة الوعي البيئي وإنشاء المحطات المناخية ومراكز للبحوث البيئية، والاهتمام بالموارد الطبيعية، والحفاظ على عناصر البيئة بمختلف أنواعها سواء ما يتعلق منها بالتربة أو المياه أو الغلاف الغازي

2- اعتماد التقنيات الحديثة والمنجزات العلمية في النشاطات البشرية المختلفة، لاسيما في مجالات استخدام مصادر الطاقة، والحد من ظاهرة انبعاث الغازات الملوثة للغلاف الغازي والنفايات الأخرى الملوثة لعناصر البيئة المختلفة.

3- الاهتمام بالنبات الطبيعي والغطاءات النباتية في الساحل الليبي، والعمل على تنمية النباتات والأشجار التي تلائمها ظروف المنطقة المناخية، وزراعة الأحزمة النباتية التي تساعد على الحد من التطرف المناخي.

4- العمل على استثمار العناصر المناخية في توليد الطاقة الكهربائية النظيفة والمتجددة، ولاسيما الطاقة الشمسية والطاقة الريحية.

المصادر والمراجع:

- أبو زيد، مُحَمَّد صدقه، (2010)، التغيرات الحالية للأمطار السنوية في جنوب محافظة الطائف بالمملكة العربية السعودية، مجلة علوم الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة، جامعة الملك عبد العزيز، مجلد (21)، عدد (2).
- الجبوري، خالد صطم عطية، (2017)، أثر التغيرات المناخية على تنمية الغطاء النباتي الطبيعي في محافظة نينوى، رسالة دكتوراه (غير منشوره) كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الموصل.
- السامرائي، قصي عبد المجيد، (2008)، المناخ والاقاليم المناخية، دار اليازوري للطباعة والنشر، عمان – الأردن.
- شحاذة، نعمان، (2010)، الاعجاز العلمي للقرآن الكريم في مجال الطقس والمناخ، عمان – الأردن.
- الصالح، ناصر عبد الله، مُحَمَّد محمود السرياني، (1979)، الجغرافية الكمية والإحصائية: أسس وتطبيقات، منشورات جامعة الملك عبدالعزيز، مكة المكرمة- السعودية.
- صيام، نادر مُحَمَّد، (1994)، دراسة إحصائية تحليلية لاتجاهات الأمطار في بعض المواقع في سوريا، مجلة دمشق، مجلد (14) العدد الثاني.
- العرود، إبراهيم، (2001)، التغير المناخي في الميزان، عمان- الأردن.
- العمر، مثنى عبدالرزاق، (2000)، تلوث البيئة ،دار وائل للطباعة والنشر، عمان - الأردن.
- الغانم، علي أحمد، (2003)، تغير الظروف الحرارية والتهطالية في عمان ودوريتها خلال القرن العشرين، مجلة جامعة دمشق المجلد (19)، العدد (3-4).
- الغانم، علي أحمد، (2011)، الجغرافية المناخية، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان – الأردن.

- موسى، علي حسن، (2005)، جغرافية المناخ، منشورات جامعة دمشق –كلية الآداب والعلوم الإنسانية، دمشق.
- الأمم المتحدة، (2009)، الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، تقرير المناخ وموارد المياه في النظم والقطاعات.
- جميع الأرقام والإحصائيات الواردة في الجداول من (4 ، ....،10) معتمدة على البيانات غير المنشورة الصادرة عن مصلحة الأرصاد الجوية إدارة المناخ والأرصاد الزراعية، الجماهيرية الليبية، وللفترات الواردة في الاشكال المذكورة أعلاه، وقد تم معالجة بعض الانقطاع في البيانات لبعض السنوات بأسلوب الانحدار البسيط.

- A. Ahmed, H. Yasuda, K. Hallori and R. Nagasawa, Analysis of rainfull records (1923-2004) in Atar-Mauritania, GEOFIZIKA Vol. 25, No. 1, Tottori, Japan, 2008.
- Lamb, H. H., Climate, Present., past and Future Vol. Methuen London, 1972.
- Trewartha, G. T., An introduce to Weather Climate. Me Hill, New York, 1943.